

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-044429  
 (43)Date of publication of application : 04.03.1986

(51)Int.Cl. H01L 21/30  
 G03F 9/00  
 H01L 21/68

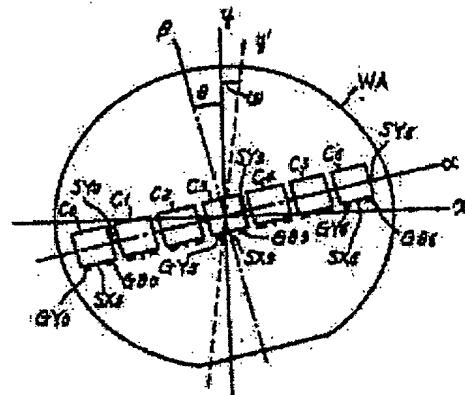
(21)Application number : 59-167020 (71)Applicant : NIPPON KOGAKU KK <NIKON>  
 (22)Date of filing : 09.08.1984 (72)Inventor : UMADATE TOSHIKAZU

## (54) ALIGNMENT METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable precise alignment with only stepping by calculating corrected arrangement coordinates based on designed arrangement coordinates and an error parameter which is determined with plural actually measured values and actual arrangement coordinates.

CONSTITUTION: A wafer WA is placed on a stage, marks GY, Gθ are detected and the wafer WA is rotated for correction. Then, the positions of the marks SXn, SYn of a specific chip Cn are detected. Then, an error parameter is determined to obtain a minimum mean deviation from an actually measured value and a designed value. Then, the arrangement map of a corrected chip due to a determined error parameter and designed arrangement coordinates is made. Then, the position of the stage is determined by a step and repeat system in accordance with the arrangement map. The above-mentioned method makes the mean error of positioning for all plural chip patterns smaller and enables precise alignment only with stepping.



## ⑫ 公開特許公報 (A) 昭61-44429

⑬ Int.CI.

H 01 L 21/30  
G 03 F 9/00  
H 01 L 21/68

識別記号

庁内整理番号

Z-6603-5F  
7124-2H  
7168-5F

⑭ 公開 昭和61年(1986)3月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全13頁)

⑮ 発明の名称 位置合せ方法

⑯ 特願 昭59-167020

⑰ 出願 昭59(1984)8月9日

⑱ 発明者 馬立 稔和 川崎市高津区新作1-1 A-701

⑲ 出願人 日本光学工業株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代理人 弁理士 渡辺 隆男

## 明細書

## 1. 発明の名称

位置合せ方法

## 2. 特許請求の範囲

被処理基板に設計上の配列座標に沿つて規則的に整列した複数のチップパターンの夫々を、所定の基準位置に対してステップアンドリピート方式で順次位置合せする方法において、該ステップアンドリピート方式の位置合せに先立つて、前記チップパターンの設計上の配列座標値に基づいて前記被処理基板を移動させ、前記複数のチップパターンのいくつかを前記基準位置に合せたときの各位置を実測する工程と；前記設計上の配列座標値と前記ステップアンドリピート方式で位置合せすべき実際の配列座標値とが所定の誤差パラメータを含んで一義的な関係にあるものとしたとき、前記複数の実測値と前記実際の配列座標値との平均的な偏差が最小になるように前記誤差パラメータを決定する工程と；該決定された誤差パラメータと前記設計上の配列座標値とに基づいて前記実際

の配列座標値を算出し、ステップアンドリピート方式の位置合せ時に、該算出された実際の配列座標値に応じて前記被処理基板を位置決めする工程とを含むことを特徴とする位置合せ方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## (発明の技術分野)

本発明は半導体装置製造用のステップアンドリピート方式の露光装置、又はステップアンドリピート方式で順次検査を行なう装置に好適な位置合せ方法に關し、特に露光用の原版となるマスクやレチクルと、露光対象である半導体ウエハ等との精密な位置合せを行なう方法に關する。

## (発明の背景)

近年、ICやLSI等の半導体装置は急速に微細化、高密度化が進み、これを製造する装置、特にマスクやレチクルの回路パターンを半導体ウエハに形成された回路パターンの上に重ね合せて転写する露光装置にも様々、高精度なものが要求されてきている。マスクの回路パターンとウエハ上の回路パターンとは例えば0.1 μm以下の精度で

重ね合せることが要求され、このため現在、その種の露光装置はマスクの回路パターンをウエハ上の局所領域（例えば1チップ分）に露光したら、ウエハを一定距離だけ歩進（ステッピング）させては再びマスクの回路パターンを露光することを繰り返す、所謂ステップアンドリピート方式の装置、特に縮小投影型の露光装置（ステッパー）が主流になつてゐる。このステップアンドリピート方式では、ウエハを2次元移動するステージに設置してマスクの回路パターンの投影像に対して位置決めするため、その投影像とウエハ上の各チップとを精密に重ね合せることができる。また縮小投影型露光装置の場合、マスクやレチクルに設けられた位置合せ用のマークと、ウエハ上のチップに付随したマークとを投影レンズを介して直接観察又は検出して位置合せするスルーザレンズ方式のアライメント方法と、投影レンズから一定距離だけ離して設けた位置合せ用の顕微鏡をつけてウエハ全体の位置合せを行なつた後、そのウエハを投影レンズの直下に送り込むオフアクシス方式の

アライメント方法との2つの方法がある。一般にスルーザレンズ方式はウエハ上の各チップ毎に位置合せすることから、重ね合せ精度は高くなるものの1枚のウエハの露光処理時間が長くなるという問題がある。オフアクシス方式の場合は、一度ウエハ全体の位置合せが完了したら、チップの配列に従つてウエハをステッピングさせるだけで、露光処理時間は短縮される。しかしながら、各チップ毎の位置合せを行なわないので、ウエハの伸縮、ウエハのステージ上の回転誤差、ステージ自体の移動の直交度等の影響で、必ずしも満足な重ね合せ精度が得られなかつた。

#### （発明の目的）

本発明はステップアンドリピート方式の位置合せにおいて、ウエハ等の被処理基板上に配列された複数のチップの全てについて、マスクのパターンの投影位置等の基準位置との位置合せをすることなく、単にステッピングだけでより精密な位置合せを可能とする方法を提供することを目的とする。

#### （発明の概要）

本発明は、被処理基板（ウエハやフォトマスク）に設計上の配列座標（ $\alpha\beta$ ）に沿つて規則的に整列した複数のチップパターンの夫々を、所定の基準位置（露光装置であればマスクやレチクルのパターン投影位置、検査装置であれば検査視野や検査プローブ針等の検査位置）に対してステップアンドリピート方式で順次位置合せする方法において、チップパターンの設計上の配列座標値（ $D_{xn}$ ,  $D_{yn}$ ）に基づいて被処理基板を移動させ、複数のチップパターンのいくつかを基準位置に合せたときの各位置（ $\bar{F}_{xn}$ ,  $\bar{F}_{yn}$ ）を実測する工程（ステップ103, 104, 105, 106）と、その設計上の配列座標値とステップアンドリピート方式で位置合せすべき実際の配列座標値（ $F_{xn}$ ,  $F_{yn}$ ）とが所定の誤差パラメータ（ウエハの残存回転 $\theta$ 、ステージの直交度 $W$ 、ウエハの線形伸縮 $R$ を含む変換行列 $A$ と、ウエハの2次元的な位置のオフセット量の行列 $O$ ）を含んで一義的な関係（行列式 $F_n = A \cdot D_n + O$ ）にあるものとしたとき、複数の実測値（ $\bar{F}_{xn}$ ,  $\bar{F}_{yn}$ ）と実際の配列座

標値（ $F_{xn}$ ,  $F_{yn}$ ）との平均的な偏差（アドレス誤差 $E$ ）が最小になるように、誤差パラメータ（ $A$ ,  $O$ ）を決定する工程（ステップ107）と、その決定された誤差パラメータ（ $A$ ,  $O$ ）と設計上の配列座標値（ $D_{xn}$ ,  $D_{yn}$ ）に基づいて、上記一義的な関係式から実際の配列座標値（ $F_{xn}$ ,  $F_{yn}$ ）を算出し（ステップ108）、ステップアンドリピート方式の位置合せ時に、その算出された実際の配列座標値（ $F_{xn}$ ,  $F_{yn}$ ）に応じて、被処理基板を位置決めする工程（ステップ109, 110, 112）とを含むことを技術的要点としている。

#### （実施例）

第1図は本発明の方法を実施するのに好適な縮小投影型露光装置の概略的な構成を示す斜視図である。投影原版となるレチクルRは、その投影中心が投影レンズ1の光軸を通るように位置決めされて、装置に接着される。投影レンズ1はレチクルRに描かれた回路パターン像を $1/5$ 、又は $1/10$ に縮小して、ウエハWA上に投影する。

ウエハホルダー2はウエハWAを真空吸着とともにx方向とy方向に2次元移動するステージ3に対して微小回転可能に設けられている。駆動モータ4はステージ3上に固定され、ウエハホルダー2を回転させる。またステージ3のx方向の移動はモータ5の駆動によつて行なわれ、y方向の移動はモータ6の駆動によつて行なわれる。ステージ3の直交する2辺には、反射平面がy方向に伸びた反射ミラー7と、反射平面がx方向に伸びた反射ミラー8とが各々固定されている。レーザ光波干涉測長器(以下単にレーザ干渉計と呼ぶ)9は反射ミラー8にレーザ光を投射して、ステージ3のy方向の位置(又は移動量)を検出し、レーザ干渉計10は反射ミラー7にレーザ光を投射して、ステージ3のx方向の位置(又は移動量)を検出する。投影レンズ1の側方には、ウエハWA上の位置合せ用のマークを検出(又は観察)するため、オフアクシス方式のウエハアライメント顕微鏡(以下、WAMと呼ぶ)20, 21が設けられている。尚、WAM21は第1図では投影

レンズ1の後にあり、図示されていない。WAM20, 21はそれぞれ投影レンズ1の光軸AXと平行な光軸を有し、x方向に細長く伸びた帯状のレーザスポット光YSP, θSPをウエハWA上に結像する。(スポット光YSPは第1図では図示せず。)これらスポット光YSP, θSPはウエハWA上の感光剤(フォトレジスト)を感光させない波長の光であり、本実施例では微小な振幅でy方向に振動している。そしてWAM20, 21はマークからの散乱光や回折光を受光する光電素子と、その光電信号をスポット光の振動周期で同期整流する回路とを有し、スポット光θSP(YSP)のy方向の振動中心に対するマークのy方向のずれ量に応じたアライメント信号を出力する。従つてWAM20, 21は所謂スポット光振動走査型の光電顕微鏡と同等の構成のものである。

さて、本装置には投影レンズ1を介してウエハWA上のマークを検出するレーザステップアライメント(以下LSAと呼ぶ)光学系が設けられている。不図示のレーザ光源から発生して、不図

示のエクスパンダー、シリンドリカルレンズ等を通過してきたレーザ光束LBはフォトレジストを感光させない波長の光で、ビームスプリッター30に入射して2つの光束に分割される。その一方のレーザ光束はミラー31で反射され、ビームスプリッター32を通過して、結像レンズ群33で、横断面が帯状のスポット光になるように、収束された後、レチクルRと投影レンズ1との間に回路パターンの投影光路を遮光しないように配備された第1折り返しミラー34に入射する。第1折り返しミラー34はレーザ光束をレチクルRに向けて上方に反射する。そのレーザ光束はレチクルRの下側に設けられて、レチクルRの表面と平行な反射平面を有するミラー35に入射して、投影レンズ1の入射鏡の中心に向けて反射される。ミラー35からのレーザ光束は投影レンズ1によつて収束され、ウエハWA上にx方向に細長く伸びた帯状のスポット光LYSとして結像される。スポット光LYSはウエハWA上でx方向に伸びた回折格子状のマークを相対的にy方向に走査して、

そのマークの位置を検出するため使用される。スポット光LYSがマークを照射すると、マークからは回折光が生じる。それら光情報は再び投影レンズ1、ミラー35、ミラー34、結像レンズ群33、及びビームスプリッター34に戻り、ビームスプリッター34で反射されて、集光レンズと空間フィルターから成る光学素子36に入射する。この光学素子36はマークからの回折光(1次回折光や2次回折光)を透過させ、正反射光(0次光)を遮断して、その回折光をミラー37を介して光電素子38の受光面に集光する。光電素子38は集光した回折光の光量に応じた光電信号を出力する。以上、ミラー31、ビームスプリッター32、結像レンズ群33、ミラー34, 35、光学素子36、ミラー37、及び光電素子38は、ウエハWA上のマークのy方向の位置を検出するスルーザレンズ方式のアライメント光学系(以下、Y-LSA系と呼ぶ)を構成する。

一方、ビームスプリッター30で分割された別のレーザ光束は、ウエハWA上のマークのx方向

の位置を検出するスルーザレンズ方式のアライメント光学系(以下、X-LSA系と呼ぶ)に入射する。X-LSA系はY-LSA系と全く同様に、ミラー41、ビームスプリッター42、結像レンズ群43、ミラー44、45、光学素子46、ミラー47、及び光電素子48から構成され、ウエハWA上にy方向に細長く伸びた帯状のスポット光LXSを結像する。

主制御装置50は、光電素子38、48からの光電信号、WAM20、21からのアライメント信号、及びレーザ干渉計9、10からの位置情報を入力して、位置合せのための各種演算処理を行なうとともに、モータ4、5、6を駆動するための指令を出力する。この主制御装置50はマイクロコンピュータやミニコンピュータ等の演算処理部を備えており、その演算処理部にはウエハWAに形成された複数のチップCPの設計位置情報(ウエハWA上のチップ配列座標値等)が記憶されている。

第2図は上記WAM20、21とY-LSA系、

おり、主制御装置50は光軸AXの投影点に対するスポット光OSP、YSPの位置に関する情報を記憶している。また主制御装置50は、光軸AXの投影点に対するスポット光LYSのx方向の中心位置(距離X1)とスポット光LXSのy方向の中心位置(距離Y1)に関する情報を記憶している。

次に、この装置を用いた本発明による位置合せ方法を装置の動作とともに第3図のフローチャート图を使って説明する。尚、この位置合せはウエハWAの第2層目以降について行なわれるものであり、ウエハWA上にはチップと位置合せ用のマークとがすでに形成されている。

まず、ウエハWAはステップ100で不図示のアライメント装置を用いて、ウエハWAの直線的な切れ目(フラット)が一定の方向に向くように粗く位置決めされる。ウエハWAのフラットは第1図に示したように、x軸と平行になるように位置決めされる。次にステップ101でウエハWAはステージ3のウエハホルダー2上に搬送され、

X-LSA系によるスポット光OSP、YSP、LYS、LXSの投影レンズ1の結像面(ウエハWAの表面と同一)における配置関係を示す平面図である。第2図において、光軸AXを原点とする座標系xyを定めたとき、x軸とy軸はそれぞれステージ3の移動方向を表わす。第2図中、光軸AXを中心とする円形の領域はイメージフィールド $i_1$ であり、その内側の矩形の領域はレチクルRの有効パターン領域の投影像Prである。スポット光LYSはイメージフィールド $i_1$ 内で投影像Prの外側の位置で、かつx軸上に一致するように形成され、スポット光LXSもイメージフィールド $i_1$ 内で投影像Prの外側の位置で、y軸上に一致するように形成される。一方、2つのスポット光OSP、YSPの振動中心はx軸からy方向に距離Y0だけ離れた部分(x軸と平行)上に一致するように、かつそのx方向の間隔DxがウエハWAの直徑よりも小さな値になるように定められている。本装置ではスポット光OSP、YSPはy軸に対して左右対称に配置されて

フラットがx軸と平行を保つようにウエハホルダー2上に載置され、真空吸着される。そのウエハWAには例えば第4図に示すように複数のチップCnがウエハWA上の直交する配列座標 $\alpha\beta$ に沿つてマトリックス状に形成されている。配列座標 $\alpha\beta$ の $\alpha$ 軸はウエハWAのフラットとほぼ平行である。第4図では複数のチップCnのうち、代表して配列座標 $\alpha\beta$ のウエハWAのほぼ中心を通る $\alpha$ 軸上に一列に並んだチップC0～C6のみを表わしている。各チップC0～C6にはそれぞれ4つの位置合せ用のマークGY、Gθ、SX、SYが付随して設けられている。今、チップC0～C6の中央のチップC3の中心を配列座標 $\alpha\beta$ の原点としたとき、 $\alpha$ 軸上には $\alpha$ 方向に線状に伸びた回折格子状のマークSY0～SY6が、夫々チップC0～C6の右脇に設けられている。またチップC3の中心を通る $\beta$ 軸上には $\beta$ 方向に線状に伸びた回折格子状のマークSX3がチップC3の下方に設けられ、他のチップC0、C1、C2、C4、C5、C6についても同様にチップの中心を通り

$\beta$  軸と平行な線分上にマーク  $S X_0 \sim S X_2$  、  $S X_4 \sim S X_6$  が設けられている。これらマーク  $S Y_n$  、  $S X_n$  はそれぞれスポット光  $L Y S$  、  $L X S$  によって検出されるものである。また各チップ  $C_0 \sim C_6$  の下方にはウエハWAの全体の位置合せ(グローバルアライメント)を行なうために使われるマーク  $G Y_0 \sim G Y_6$  、  $G \theta_0 \sim G \theta_6$  が設けられている。これらマーク  $G Y_n$  、  $G \theta_n$  は  $\alpha$  軸と平行な線分上に  $\alpha$  方向に線状に伸びた回折格子状のパターンで形成されている。さらに  $\alpha$  方向に一列に並んだチップ  $C_0 \sim C_6$  のうち、例えば左端のチップ  $C_0$  のマーク  $G Y_0$  と右端のチップ  $C_6$  のマーク  $G \theta_6$  との  $\alpha$  方向の間隔が、  $W A M 20, 21$  によるスポット光  $\theta S P$  、  $Y S P$  の間隔  $D X$  と一致するように定められている。すなわち本実施例では離れた2ヶ所のマーク  $G Y_0$  とマーク  $G \theta_6$  を使つてオフアクシス方式でウエハWAのグローバルアライメントを行なう。このためその他のマーク  $G Y_1 \sim G Y_5$  、マーク  $G \theta_0 \sim G \theta_5$  は本来不要であり、なくてもよい。要は

6を  $W A M 21$  からのアライメント信号でサーボ(フィードバック)制御したまま、マーク  $G \theta_6$  が  $W A M 20$  のスポット光  $\theta S P$  によって検出されるようにモータ4を駆動してウエハホルダー2を回転させる。さらに主制御装置50はスポット光  $\theta S P$  の振動中心とマーク  $G \theta_6$  の  $y$  方向の中心とが一致するように、  $W A M 20$  からのアライメント信号でモータ4をサーボ制御する。以上の一連の動作により、スポット光  $Y S P$  とマーク  $G Y_0$  が一致し、スポット光  $\theta S P$  とマーク  $G \theta_6$  が一致し、ステージ3の移動座標系、すなわち座標系  $x-y$  に対するウエハWAの配列座標  $\alpha-\beta$  の回転ずれが補正されるとともに、座標系  $x-y$  と配列座標  $\alpha-\beta$  の  $y$  方向(  $\beta$  方向)の位置に関する対応付け(規定)が完了する。次にウエハWA上の中心部分に位置するチップ  $C_3$  のマーク  $S X_3$  が  $X-L S A$  系のスポット光  $L X S$  によって走査されるように、ステージ3を位置決めした後、  $x$  方向に移動させる。この際主制御装置50は光電素子48からの時系列的な光電信号とレーザ干渉計

ウエハWAの  $\alpha$  軸と平行なく(又は一致した)線分上に  $\alpha$  方向に細長く伸びた2つのマークが間隔  $D X$  だけ離れて存在すればよい。

さて、主制御装置50はプリアライメント装置からウエハWAを受け取るときのステージ3の位置情報、その位置から、マーク  $G Y_0$  、  $G \theta_0$  がそれぞれ  $W A M 21$  、  $20$  の検出(観察)視野内に位置するまでのステージ3の移動方向と移動量等の情報を装置固有の定数として予め記憶している。そこで次のステップ102において、主制御装置50は、まずモータ5、6を駆動して、マーク  $G Y_0$  が  $W A M 21$  の検出視野内に位置するように、ステージ3を位置決めする。その後、スポット光  $Y S P$  の振動中心がマーク  $G Y_0$  の  $y$  方向の中心と一致するように、主制御装置50は  $W A M 21$  からのアライメント信号とレーザ干渉計9からの位置情報に基づいてステージ3を  $y$  方向に精密に位置決めする。スポット光  $Y S P$  の振動中心とマーク  $G Y_0$  の中心とが一致したら、その状態が維持されるように主制御装置50はモータ

10からの位置情報に基づいて、マーク  $S X_3$  がスポット光  $L X S$  と一致したときのウエハWAの  $x$  方向の位置を検出して記憶する。これによつて、座標系  $x-y$  と配列座標  $\alpha-\beta$  の  $x$  方向(  $\alpha$  方向)の位置に関する対応付けが完了する。尚、この  $x$  方向の対応付けは、露光動作の直前に  $X-L S A$  系を使つ場合に不要である。以上の動作により、オフアクシス方式のアライメントを主としたウエハWAのグローバルアライメント(配列座標  $\alpha-\beta$  の座標系  $x-y$  への対応付け)が終了する。そして従来の方法であればウエハWA上の各チップの配列設計値(配列座標  $\alpha-\beta$  におけるチップの中心座標値)に基づいて、主制御装置50はレーザ干渉計9、10からの位置情報を読み取つてレチクルRの投影像  $P_r$  がチップに重なり合うようにステージ3のステップアンドリピート方式による位置決め(アドレッシング)を行なつた後そのチップに対しても露光(プリント)を行なう。

ところがグローバルアライメントの完了までに、アライメント検出系の精度、各スポット光の設定

精度、あるいはウエハWA上の各マークの光学的、形状的な状態(プロセスの影響)による位置検出精度のはらつき等によつて誤差を生じ、ウエハWAのチップは座標系x yに従つて精密に位置合せ(アドレッシング)されるとは限らない。そこで本発明の実施例においてはその誤差(以下ショット・アドレス誤差と呼ぶ)を次の4つの要因から生じたものとする。

## (1) ウエハの回転；

これは例えばウエハWAを回転補正する際、位置合せの基準となる2つのスポット光YSPとBSPとの位置関係が正確でなかつたために生じるものであり、座標系x yに対する配列座標 $\alpha \beta$ の残存回転誤差量 $\theta$ で表わされる。

## (2) 座標系x yの直交度；

これはステージ3のモータ5, 6による送り方向が正確に直交していないことにより生じ、直交度誤差量 $w$ で表わされる。

(3) ウエハのx ( $\alpha$ ) 方向とy ( $\beta$ ) 方向の線形伸縮；

$\theta$ と、ステージ3の直交度誤差量 $w$ を誇張して表わしてある。

この場合、直交座標系x yは実際には微小量 $w$ だけ傾いた斜交座標系x y'になり、ウエハWAは直交座標系x yに対する $\theta$ だけ回転したものになる。上記(1)～(4)の誤差要因が加わつた場合、設計上で座標位置( $D_{xn}$ ,  $D_{yn}$ )のショット(チップ)について実際に位置決めすべきショット位置( $F_{xn}$ ,  $F_{yn}$ )は以下のように表わされる。ただし $n$ は整数でショット(チップ)番号を表わす。

$$\begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Rx, 0 \\ 0, Ry \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta, -\sin \theta \\ \sin \theta, \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1, -w \\ 0, 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0x \\ 0y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Rx \cdot \cos \theta, -Rx(\cos \theta \tan w + \sin \theta) \\ Ry \cdot \sin \theta, Ry(-\sin \theta \tan w + \cos \theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0x \\ 0y \end{bmatrix} \quad \dots(1)$$

ここで $w$ はもともと微小量であり、 $\theta$ もグローバルアライメントにより微小量に追い込まれているから、一次近似を行なうと式(1)は式(2)で表わされる。

これはウエハWAの加工プロセスによつて、ウエハWAが全体的に伸縮することである。このためチップの設計上の配列座標値に対して実際のチップ位置が $\alpha$ ,  $\beta$ 方向に微小量だけずれることになり、特にウエハWAの周辺部で顕著になる。このウエハ全体の伸縮量は $\alpha$ (x)方向と $\beta$ (y)方向についてそれぞれ $R_x$ ,  $R_y$ で表わされる。ただし $R_x$ はウエハWA上のx方向( $\alpha$ 方向)の2点間の距離の実測値と設計値の比、 $R_y$ はウエハWA上のy方向( $\beta$ 方向)の2点間の距離の実測値と設計値の比で表わすものとする。従つて $R_x$ ,  $R_y$ がともに1のときは伸縮なしである。

(4) x ( $\alpha$ ) 方向、y ( $\beta$ ) 方向のオフセット；

これは、アライメント系の検出精度ウエハホルダー2の位置決め精度等、により、ウエハWAが全体的にx方向とy方向に微小量だけずれることにより生じ、オフセット量 $O_x$ ,  $O_y$ で表わされる。

さて、第4図にはウエハWAの残存回転誤差量

$$\begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Rx, -Rx(w+\theta) \\ Ry \cdot \theta, Ry \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0x \\ 0y \end{bmatrix} \quad \dots(2)$$

この式(2)より、各ショット位置における設計値からの位置ずれ( $\epsilon_{xn}$ ,  $\epsilon_{yn}$ )は式(3)で表わされる。

$$\begin{bmatrix} \epsilon_{xn} \\ \epsilon_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Rx-1, -Rx(w+\theta) \\ Ry \cdot \theta, Ry-1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0x \\ 0y \end{bmatrix} \quad \dots(3)$$

さて、式(2)を行列の演算式に書き直すと、以下のようになる。

$$F_n = A \cdot D_n + O \quad \dots(4)$$

ただし、

$$F_n = \begin{pmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11}, a_{12} \\ a_{21}, a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Rx, -Rx(w+\theta) \\ Ry \cdot \theta, Ry \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

$$D_n = \begin{pmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{pmatrix} \quad \dots(7)$$

$$O = \begin{pmatrix} O_x \\ O_y \end{pmatrix} \quad \cdots (8)$$

そこで実際のショット(チップ)位置がマークの検出により測定され、その実測値が  $\bar{F}_n$  として検出されたとき、位置決めすべきショット位置  $F_n$  との位置ずれ、すなわちアドレス誤差  $E_n (= \bar{F}_n - F_n)$  を最小にするように誤差パラメータ  $A$  (変換行列)、  $O$  (オフセット) を決定する。そこで評価関数として最小二乗誤差をとるものとすると、アドレス誤差  $E$  は式(9)で表わされる。

$$\begin{aligned} E &= \sum_{n=1}^m (E_{xn})^2 + \sum_{n=1}^m (E_{yn})^2 \\ &= \sum_{n=1}^m (\bar{F}_{xn} - F_{xn})^2 + \sum_{n=1}^m (\bar{F}_{yn} - F_{yn})^2 \end{aligned} \quad \cdots (9)$$

そこで、アドレス誤差  $E$  を最小にするように誤差パラメータ  $A$ 、  $O$  を決定する。

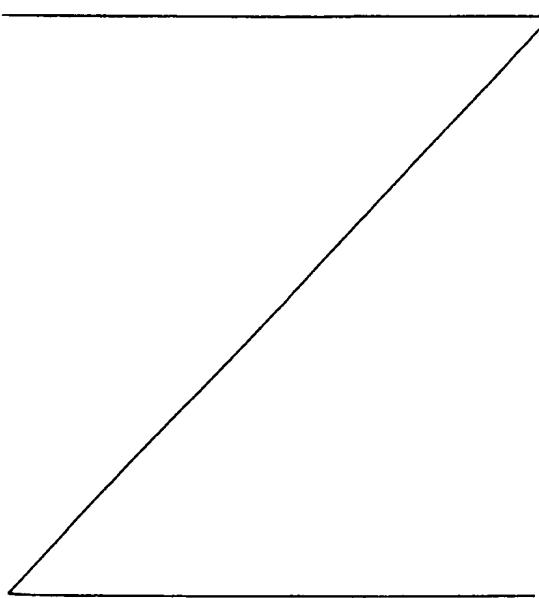
ただし式(9)で  $m$  はウェハWAの複数のチップのうち実測したチップ(ショット)の数を表わす。

さて誤差パラメータ  $A$ 、  $O$  を求める際に、最小二

となり、誤差  $E_n$  の  $y$  方向の成分  $E_{yn}$  は同様に、

$$E_{yn} = \bar{F}_{yn} - F_{yn} = \bar{F}_{yn} - a_{21} D_{xn} - a_{22} D_{yn} - O_y \quad \cdots (10)$$

となる。そこで式(9)の誤差  $E$  を最小にするように誤差パラメータ  $A$  を決定すると、要素  $a_{11}$ 、  $a_{12}$ 、  $a_{21}$ 、  $a_{22}$  は以下のようになる。



乗法を用いるものとすると、このままでは演算量が多いため、誤差パラメータ  $O$  ( $O_x$ ,  $O_y$ ) は別に前もつて決めておくものとする。オフセット量 ( $O_x$ ,  $O_y$ ) はウェハWAのグローバルなオフセット値であるので、ウェハWA上の実測したチップ位置  $\bar{F}_n$  の数  $m$  で設計値 ( $D_{xn}$ ,  $D_{yn}$ ) に対するアドレス誤差を平均化した値にするとよい。

$$O_x = \frac{\sum_{n=1}^m (\bar{F}_{xn} - D_{xn})}{m} \quad \cdots (11)$$

$$O_y = \frac{\sum_{n=1}^m (\bar{F}_{yn} - D_{yn})}{m} \quad \cdots (12)$$

ところで位置決めすべきショット位置  $F_n$  と実測値  $\bar{F}_n$  との誤差  $E_n$  のうち、  $x$  方向の成分  $E_{xn}$  は、式(4)～(8)から、

$$E_{xn} = \bar{F}_{xn} - F_{xn} = \bar{F}_{xn} - a_{11} D_{xn} - a_{12} D_{yn} - O_x \quad \cdots (13)$$

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn} \sum_{n=1}^m D_{yn} \cdot (O_x - \bar{F}_{xn}) - \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 \sum_{n=1}^m D_{xn} (O_x - \bar{F}_{xn})}{\sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 - (\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn})^2} \quad \cdots (14) \\ a_{12} &= \frac{\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn} \sum_{n=1}^m D_{yn} \cdot (O_y - \bar{F}_{yn}) - \sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn} (O_y - \bar{F}_{yn})}{\sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 - (\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn})^2} \quad \cdots (15) \\ a_{21} &= \frac{\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn} \sum_{n=1}^m D_{yn} \cdot (O_y - \bar{F}_{yn}) - \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 \sum_{n=1}^m D_{xn} (O_y - \bar{F}_{yn})}{\sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 - (\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn})^2} \quad \cdots (16) \end{aligned}$$

要素  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$  が求めれば、式(6)より線形伸縮量  $R_x, R_y$ 、残存回転誤差量  $\theta$ 、直交度誤差量  $w$  はただちに求められる。

$$R_x = a_{11} \quad \cdots 18$$

$$R_y = a_{22} \quad \cdots 19$$

$$\theta = a_{21}/R_y = a_{21}/a_{22} \quad \cdots 20$$

$$w = - (a_{21}/R_y) - (a_{12}/R_x) = - (a_{21}/a_{22}) - (a_{12}/a_{11}) \quad \cdots 21$$

従つて誤差パラメータ  $A, O$  を決定するためには、グローバルアライメント終了後ウェハWA上のいくつか(4つ以上)のチップについて、X-LSA系、Y-LSA系を用いてマークSX<sub>n</sub>, SY<sub>n</sub>の位置を実測して実測値( $\bar{F}_{xn}, \bar{F}_{yn}$ )を求めるとともに、実測したチップの設計値( $D_{xn}, D_{yn}$ )を使って、式10, 11, 14~17の演算を行なえばよい。

そこで、第3図のフローチャート図に戻つて動作の説明を続ける。主制御装置50はグローバルアライメントが終了した後、ウェハWAの複数のチップの位置を計測する。まずステップ103で

$$\begin{aligned}
 a_{22} &= \frac{\sum_{n=1}^m D_{xn} D_{yn} \sum_{n=1}^m D_{xn} (Oy - \bar{F}_{yn}) - \sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn} (Oy - \bar{F}_{yn})}{\sum_{n=1}^m D_{xn}^2 \sum_{n=1}^m D_{yn}^2 - (\sum_{n=1}^m D_{xn} \cdot D_{yn})^2}
 \end{aligned}$$

主制御装置50はX-LSA系のスポット光LXSが第4図中の左端のチップC<sub>0</sub>に付随したマークSX<sub>0</sub>と平行に並ぶように、配列設計値に基づいてステージ3を位置決めした後、マークSX<sub>0</sub>がスポット光LXSを横切るようステージ3をx方向に一定量だけ移動(走査)する。この移動の間、主制御装置50は光電素子48の時系列的な光電信号の波形をレーザ干渉計10からのx方向の位置情報に対応付けて記憶し、波形状態からマークSX<sub>0</sub>とスポット光LXSとがx方向に関して一致した時点の位置x<sub>0</sub>を検出する。

次に主制御装置50はステップ104でY-LSA系のスポット光LYSがチップC<sub>0</sub>に付随したマークSY<sub>0</sub>と平行に並ぶように配列設計値に基づいてステージ3を位置決めする。その後、マークSY<sub>0</sub>がスポット光LYSを横切るようステージ3をy方向に一定量だけ移動する。このとき主制御装置50は光電素子38の時系列的な光電信号の波形をレーザ干渉計9からのy方向の位置情報と対応付けて記憶し、波形状態からマーク

SY<sub>0</sub>とスポット光LYSとがy方向に関して一致した時点の位置y<sub>0</sub>を検出する。そして主制御装置50はステップ105でm個のチップについて同様の位置検出を行なつたか否かを判断して、否のときはステップ106に進み、ウェハWA上の別のチップまで配列設計値に基づいてステージ3を移動させ、ステップ103から再び同様の位置検出動作を繰り返す。本実施例では例えば第5図に示すように配列座標αの各軸上に沿つてウェハWAの中心からほぼ等距離に位置する4つのチップC<sub>0</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>と中央のチップC<sub>3</sub>の計5つのチップの各々について、ステップ103, 104の位置検出が行なわれるものとする。従つてステップ105でm=5と判断された時点で主制御装置50には、5つの実測値( $\bar{F}_{x0}, \bar{F}_{y0}$ )が記憶されることになる。すなわち、

$$(\bar{F}_{x_1}, \bar{F}_{y_1}) = (x_0, y_0) \cdots \text{チップ } C_0$$

$$(\bar{F}_{x_2}, \bar{F}_{y_2}) = (x_3, y_3) \cdots \text{チップ } C_3$$

$$(\bar{F}_{x_3}, \bar{F}_{y_3}) = (x_6, y_6) \cdots \text{チップ } C_6$$

$$(\bar{F}_{x_4}, \bar{F}_{y_4}) = (x_7, y_7) \cdots \text{チップ } C_7$$

$(\bar{F}_{x_s}, \bar{F}_{y_s}) = (x_s, y_s) \cdots \text{チップ } C_s$  の 5 つの実測値が順次検出される。尚、この 5 つの実測値を検出するとき、あるチップの実測値がそのチップの設計値  $(D_{x_n}, D_{y_n})$  にくらべて大きく異つていた場合、例えばグローバルアライメントによつて決まる位置決め精度の 2 倍以上、異なつていた場合には、そのチップでの実測値を無視し、例えばそのチップの隣りのチップについてマーク位置の実測を行なうようにしてもよい。これは実測しようとしたチップのマークが加工プロセスによつてたまたま変形した場合、そのマークにゴミが付着していた場合、そのマークの光学像のコントラスト（回折光の発生強度）が弱く、光電信号の S/N 比が低い場合等に生じる位置計測の精度劣化を補うためである。尚、位置計測の精度劣化を補う方法としては、あらかじめ 6 つ以上のチップ、例えば第 5 図中で配列座標  $\alpha \beta$  の 4 つの象現の各々に位置するチップを加えて、計 9 つのチップについて位置計測を行ない、その 9 つの実測値の中から各チップの設計値  $(D_{x_n},$

$D_{y_n})$  に最も近い順に 5 つの実測値を選び出す方法、又は、単に設計値  $(D_{x_n}, D_{y_n})$  と大きく異なる実測値  $(\bar{F}_{x_n}, \bar{F}_{y_n})$  を以降の演算処理で使わないようにする方法等がある。

次に主制御装置 50 はステップ 107 において先の式 40, 41, 及び式 44～47 に基づいて誤差パラメータ  $A, O$  を決定する。この決定にあたつて、主制御装置 50 は上記 5 つの実測値を検出した各チップの 5 つの設計値を予め選出しておき、その設計値  $(D_{x_n}, D_{y_n})$  を以下のように記憶しているものとする。

$$(D_{x_1}, D_{y_1}) = (x_0', y_0') \cdots \text{チップ } C_0$$

$$(D_{x_2}, D_{y_2}) = (x_3', y_3') \cdots \text{チップ } C_3$$

$$(D_{x_3}, D_{y_3}) = (x_6', y_6') \cdots \text{チップ } C_6$$

$$(D_{x_4}, D_{y_4}) = (x_7', y_7') \cdots \text{チップ } C_7$$

$$(D_{x_5}, D_{y_5}) = (x_8', y_8') \cdots \text{チップ } C_8$$

また実際の誤差パラメータ  $A, O$  の決定に先立つて、5 つのチップの各位置計測（所謂、ステップアライメント）が終る毎に、例えば第 3 図のステップ 106 でステージ 3 を移動している間に、式

40, 41, 44～47 の一部の演算を同時に実行していくことができる。すなわち、式 40, 41, 44～47 の中で各チップ毎のデータ（実測値、設計値）の代数和を表わす演算要素については、1 つのチップの実測（ステップアライメント）が終了する毎に順次加算する。その演算要素は以下の通りである。

$$\sum_{n=1}^m D_{x_n}, \sum_{n=1}^m D_{y_n}, \sum_{n=1}^m \bar{F}_{x_n}, \sum_{n=1}^m \bar{F}_{y_n},$$

$$\sum_{n=1}^m D_{x_n}^2, \sum_{n=1}^m D_{y_n}^2, \sum_{n=1}^m D_{x_n} \cdot D_{y_n},$$

$$\sum_{n=1}^m D_{x_n} \cdot \bar{F}_{x_n}, \sum_{n=1}^m D_{x_n} \cdot \bar{F}_{y_n},$$

$$\sum_{n=1}^m D_{y_n} \cdot \bar{F}_{x_n}, \sum_{n=1}^m D_{y_n} \cdot \bar{F}_{y_n} \quad (\text{ただし本実施例では } m = 5)$$

さらにこれら演算要素のうち、ウェハ WA 上の実測すべきチップが予め決まつていて、変更がない場合は、設計値  $(D_{x_n}, D_{y_n})$  のみを含む演算要素について第 3 図中のステップ 103, 104, 105, 106 の実行前に算出しておくこともで

きる。このように実測値の計測動作と並行して、一部の演算を行なつていけば、総合的なアライメント時間はそれほど長くならない。そして、5 つの実測値が得られた段階で主制御装置 50 は上記演算要素の結果を用いて、式 40, 41 でオフセット量  $(O_x, O_y)$  を算出した後、そのオフセット量と上記演算要素の結果を用いてさらに式 44～47 で配列の要素  $a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$  を算出する。以上の演算動作により、誤差パラメータ  $A, O$  が決定されるので、主制御装置 50 は次のステップ 108 で先の式 40 を用いて、ウェハ WA の各チップについて位置決めすべき位置、すなわち誤差パラメータによつて補正されたショットアドレス  $(F_{x_n}, F_{y_n})$  を算出し、記憶手段（半導体メモリ）上に、設計値  $(D_{x_n}, D_{y_n})$  に對して補正されたチップの配列マップ（ショットアドレス表）を作成する。この配列マップは例えばチップ  $C_0$  に對しては位置  $(F_{x_0}, F_{y_0})$ 、チップ  $C_1$  に對しては位置  $(F_{x_1}, F_{y_1})$ 、… … という具合に、チップの番号に對応して、各位

置データを記憶している。

次に主制御装置 50 は第3図のステップ109において、記憶された配列マップに従つてステップアンドリピート方式でステージ3を位置決め(アドレッシング)する。これによつてウエハWA上のチップとレチカルRの投影像Prとが正確に重なり合い、次のステップ110でそのチップに投影像Prを露光(プリント)する。そしてステップ111でウエハWA上の全チップの露光が完了していないときは、再びステップ109から同様にステップアンドリピート動作を繰り返す。このステップ111でウエハWA上の全チップの露光が終了したと判断されたら、次のステップ112でウエハWAのアシロードを行ない、一枚のウエハの露光処理が全て完了する。

以上、本発明の実施例からも明らかのように、ウエハWA上でステップアライメントするチップの数が多い程、計測精度は向上するが、それだけ計測時間が増大する。そのため計測時間の短縮化と計測精度の向上との兼ね合いから、ステップア

ライメントするチップは第5図に示したような配置の5つに選ぶことが望しい。しかしながら、重ね合せ露光する回路パターンの最小線幅がそれほど細くなく(例えば2~5μm)、あまり計測精度を上げる必要がない場合等には、ウエハWA上の互いに離れた3つのチップ(例えばC0, C6, C7)についてステップアライメント(チップの位置計測)を行なえば十分であり、計測時間はより短縮される。

また、ステップアライメントの際、各チップのx方向とy方向の位置をともに検出するのではなく、ステップアライメントする複数のチップに付随したマークSXnの夫々を、X-LSA系のスポット光LXSで一括に相対走査(ステージスキヤン)して、各チップのx方向の位置のみを検出した後、各チップのマークSYnの夫々をY-LSA系のスポット光LYSで一括に相対走査して各チップのy方向の位置を検出するようにしてもよい。このようにすると、チップの配列上の同一列又は同一行に実測すべきチップが複数個存在するときは、

個々のチップ毎にx方向とy方向の位置検出をともに行なうよりも高速な位置計測が期待できる。

また主制御装置50は不図示のキーボード装置から、ウエハWA上のどのチップについてステップアライメントするかを任意に選択するようなデータを入力するようすれば、ウエハWAの処理条件により変化する表面状態(特にマーク形状)に対して、よりフレキシブルに対応でき、位置計測の精度向上が期待できる。また、式(10), (11)をつたオフセット量(Ox, Oy)の決定にあたつては、例えばウエハWAの中心から指定範囲内にあるチップの位置計測結果だけを用いるようにしてもよい。その指定範囲としては例えばウエハWAの直径の半分の直径を有する円内に定めたり、その範囲の大きさをウエハWAにチップやマークを形成したときの露光装置(縮小投影型、等倍プロジェクション、プロキシミティ等のステッパー)の精度特性に応じて任意に可変したりするとよい。

また本実施例では、ウエハWAの全チップについて式(4)を適用して、ステップアンドリピート方

式のアドレッシングを行なうようにしたが、ウエハWAの表面をいくつかの領域(ブロック)に分割し、個々のブロック毎に最適なアライメントを行なう、所謂ブロックアライメントにおいても全く同様に式(4)を適用することができる。例えば第5図において、配列座標αβの各象限内に位置する4つのチップと、図示の5つのチップC0, C3, C6, C7, C8との計9つのチップについてステップアライメントを行なつて、各チップの位置の実測値を検出した後、配列座標αβの各象限毎に式(10), (11), (14)~(17)をつて誤差パラメータA, Oを決定し、さらに式(4)をつて、位置(Fxn, Fyn)を算出するようとする。例えば配列座標αβの第1象限のブロックについては、第1象限内の1つのチップと、チップC3, C6, C7との4つのチップの実測値をつて式(4)を決定し、第2象限内のブロックについては第2象限内の1つのチップとチップC0, C3, C7との4つのチップの実測値をつて式(4)を決定する。そして実際の露光のときは、各ブロック毎に決定された

式(4)からのショット位置 ( $F_x n$ ,  $F_y n$ ) に基づいて、ウェハWA上のチップを投影像  $P_r$  と位置合せする。このようにすると、ウェハ上での非線形要素による位置検出、位置合せの不良が低減するとともに、従来のブロックアライメントとは異なり、平均化要素を残したままブロック化できるので、各ブロック内での重ね合せ精度がどのチップでもほぼ平均しているという利点がある。そればかりでなく、ステッパー以外の露光装置、特にミラー投影露光装置との混用の際にも大きな利点を得ることができる。一般にミラー投影露光装置で焼かれたウェハのチップ配列は、弯曲していることが多い。そこでステッパーにより、そのウェハに重ね合せ露光を行なう場合(混用; ミック・アンド・マッチ)、上記のようなブロックアライメントを行なえば、各ブロック内ではチップ配列の弯曲が無視できる程、小さくなるため、ウェハ全面に渡つて極めて重ね合せ精度の高い焼き付けが可能となる。

以上、本発明の実施例に好適な露光装置において

クルRの原点からの  $x$ ,  $y$  方向への移動量を検出することによつて、そのチップの位置の実測値 ( $F_x n$ ,  $F_y n$ ) を算出することができる。

また本実施例ではオフセット量 ( $0_x$ ,  $0_y$ ) を別に単独に求めるようにして、演算処理の簡素化を計つたが、式(9)のアドレス誤差  $E$  を最小にするような誤差パラメータ  $A$ ,  $O$  を、厳密な演算処理によつて算出してもよいことは言うまでもない。

#### (発明の効果)

以上本発明による方法によれば、ウェハ等の被処理基板上の複数のチップパターンの全てに対しで、位置合せの誤差が平均的に小さくなり、1枚の被露光基板から取れる良品チップの数が多くなり、半導体電子の生産性を向上させることができ。また、被露光基板上のいくつかのチップについて、その位置を実測(ステッパーアライメント)しているので、すなわち同形状のマークを使つた位置計測が複数回繰り返されるので、検出系の機械的、電気的なランダム誤差が低減される利点もある。また位置検出用のアライメントセンサー

では、レーザのスポット光をウェハWA上のマークに照射して、マーク(チップ)の位置を検出したが、スポット光をウェハWA上で半振動させたり、等速直線走査させたりするアライメント系、又はレチクルR上のマークとウェハWA上のマークとを、レチクルRの上方に配置した顕微鏡対物レンズを介して観察(検出)して位置合せを行なう、所謂ダイ・バイ・ダイアライメント光学系を使つた露光装置でも全く同様に実施できる。この場合、ダイ・バイ・ダイアライメント時にレチクルRを位置合せのために  $x$ ,  $y$  方向に微動させないものとすれば、レチクルR上のマークの投影像が、本実施例のスポット光  $LX S$ ,  $LY S$  に相当することになる。またレチクルRを微動させる方式のものでは、まずレチクルRを原点位置に正確に合せて設定する。そして複数のチップのステッパーアライメント(実測)の際、配列設計値に従つてステージをステッピングさせた後、レチクルRのマークと実測すべきチップのマークとが所定の位置関係になるようにレチクルRを微動し、レチ

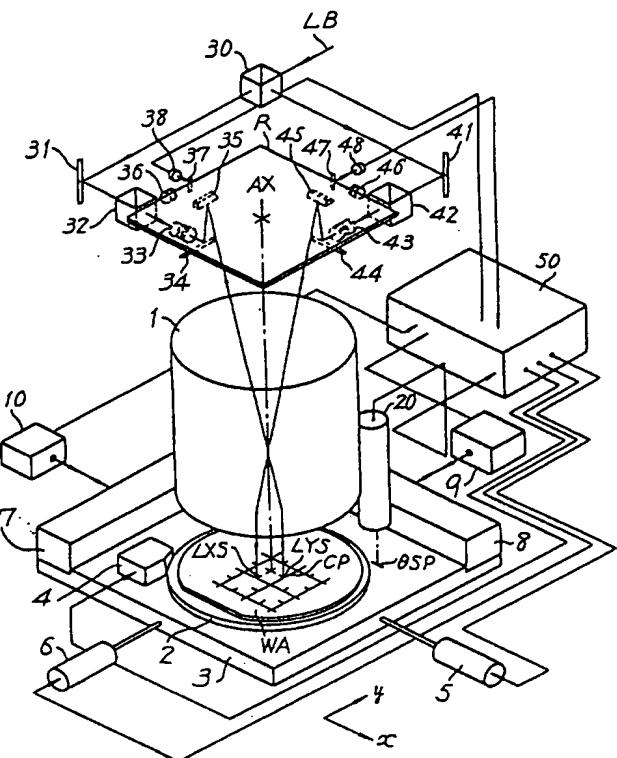
(顕微鏡)の感度のバラつきを統計的な処理で押えることになり、総合的なアライメント精度が向上する。

さらに、実施例によれば誤差パラメータの決定にあたつて最小二乗法を使つてるので、いくつかのチップに対するステッパーアライメントの精度のバラツキも抑えることが可能である。尚、本発明は縮小投影型の露光装置に限らず、ステッパー・アンド・リピート方式の露光装置、例えば等倍の投影型ステッパー・や・プロキシミティ・タイプのステッパー(X線露光装置)等に広く応用できるものである。また露光装置以外でも半導体ウェハや複数のチップパターンを有するフォトマスク等を検査する装置(欠陥検査、プローブ等)で、各チップ毎にステッパー・アンド・リピート方式で検査視野やプローブ針等の基準位置に対して位置合せするものにおいても、同様に本発明を実施することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例に好適な縮小投影型露光装置の概略的な構成を示す斜視図、第2図は第

第1図



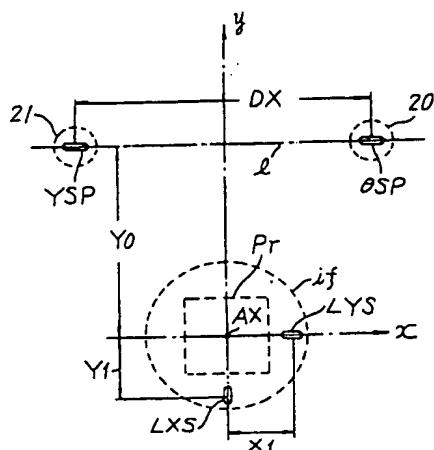
1図の装置におけるアライメント系の各検出中心の位置関係を示す平面図、第3図は本発明の位置合せ方法を使つた全体的な動作手順を表わすフローチャート図、第4図は第1図の装置を使つて、位置合せ、及び露光するのに好適なウエハの平面図、第5図はステップアライメントするチップの位置を示すウエハの平面図である。

## 〔主要部品の符号の説明〕

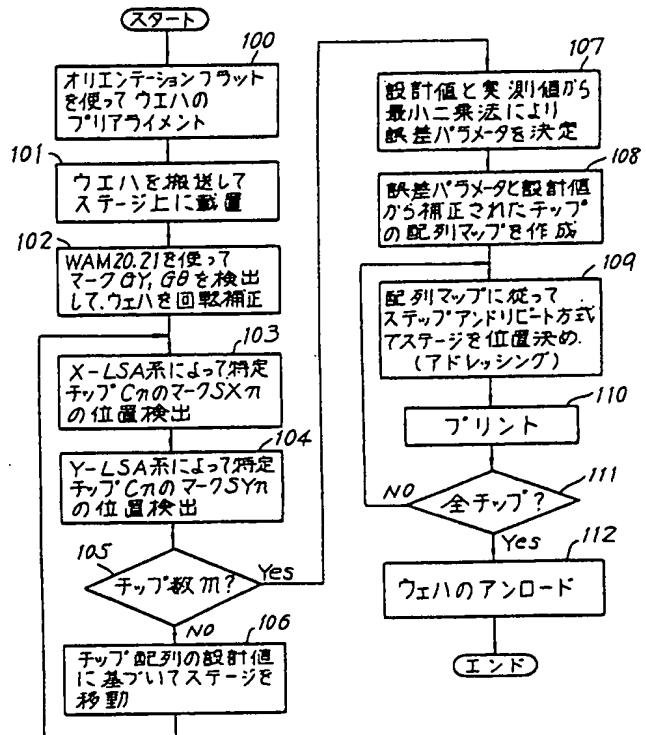
WA … ウエハ、CP、Cn … チップ、  
 $\alpha \beta$  … 配列座標、103, 104 … ステップアライメントによる実測工程、107 …  
 誤差パラメータを決定する工程、108, 109,  
 110, 111 … 補正された実際のチップ配列座標に沿つてステップアンドリピート方式で位置決めする工程。

出願人 日本光学工業株式会社  
 代理人 渡辺 隆男

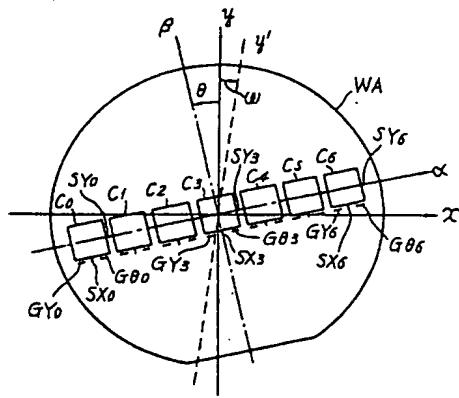
第2図



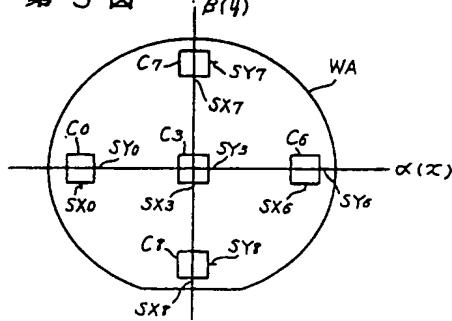
第3図



第4図



第5図



特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 59 年特許願第 167020 号 (特開昭  
61-44429 号, 昭和 61 年 3 月 4 日  
発行 公開特許公報 61-445 号掲載) につ  
いては特許法第17条の2の規定による補正があつ  
たので下記のとおり掲載する。 1 (2)

Int. C.I.	識別 記号	庁内整理番号
H01L 21/30		Z-7352-4M
G03F 9/00		7707-2H
H01L 21/68		8624-4M

平成 4. 2. 18 発行

手続補正書

平成 3 年 // 月 // 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和 59 年 特許願 第 167020 号

2. 発明の名称

位置合せ方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

名称 (411) 株式会社ニコン

代表者 取締役社長 ショウ カク 次

4. 代理人

住所 140 東京都品川区西大井 1 丁目 6 番 3 号

株式会社ニコン 大井製作所内

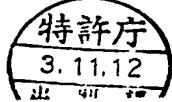
氏名 (7818) 弁理士 渡辺 隆 男

電話 (3773) 1111 (代)

5. 補正により増加する発明の数 3

6. 補正の対象

明細書



7. 補正内容

- (1) 「発明の名称」の欄の記載を「位置合せ方法、及び位置合せ装置」に訂正する。
- (2) 「特許請求の範囲」の欄の記載を別紙の通りに補正する。
- (3) 明細書、第2頁の10行目の「方法に関し、」を「方法、及び装置に関し、」に訂正する。
- (4) 同上、同頁の12行目の「行なう方法に」を「行なう方法、及び装置」に訂正する。
- (5) 同上、第5頁の1行目の「本発明は、」を「本発明の第1発明は、」に訂正する。
- (6) 同上、第6頁の3行目の「決定する工程」を「決定する第1演算工程」に訂正する。
- (7) 同上、同頁の7行目の「算出し(ステップ108)、」を「算出する第2演算工程(ステップ108)と、」に訂正する。
- (8) 同上、第6頁の12行目と13行目の間に以下の記載を追加する。

「さらに本願の第2発明、第3発明は、上記第1発明の方法を使って、露光等の加工が行なわれ

る被加工基板、又は検査が行なわれる被検査基板を位置合わせする装置に関するものである。

すなわち、複数の被加工領域又は被検査領域( $C_n$ )が2次元に規則的に形成された基板(WA)を、前記被加工領域の配列座標( $\alpha, \beta$ )が予め定められた直交座標系(x, y)に対してほぼ平行になるように保持し、前記直交座標系内で2次元移動させるステージ(3)と、該ステージの座標位置を計測する位置計測手段(9, 10)と、前記直交座標系内の所定位置に加工中心点、又は検査中心点(AX)を有し、前記ステージ上の基板の領域( $C_n$ )を加工する加工手段又は領域( $C_n$ )を検査する検査手段(R, 1)と、前記複数の領域の夫々の内部に設定された特定点の1つが前記加工中心点又は検査中心点に対して所定の位置関係に導かれるように前記ステージの移動を制御する制御手段(5, 6, 50)とを備えた位置合せ装置に関するものである。そして第2発明、第3発明ではさらに、

(a) 複数の領域( $C_n$ )の設計上の配列座標(

平成 4. 2. 18 発行

$\alpha$ 、 $\beta$ ）に基づいて、複数の領域（C<sub>n</sub>）の各特定点を加工中心点又は検査中心点（AX）へ導くようなステージ（3）の設計上の座標値（D<sub>n</sub>）を記憶する記憶手段と；

(b) 複数の領域（C<sub>n</sub>）のうち互いに異なるm（ただし、m < n）個の領域の各特定点の座標位置を位置計測手段（9、10）の計測値に基づいて実測することによって、m個の領域の各特定点を加工中心点又は検査中心点（AX）と一致させるためのステージ（3）の座標値（F<sub>n</sub>）を特定する実測手段（30～38、41～48、50、103、104）と；

(c) 複数の領域（C<sub>n</sub>）の各特定点を加工中心点又は検査中心点（AX）に一致させるためのステージ（3）の移動座標値（F<sub>n</sub>）を、設計座標値（D<sub>n</sub>）に基づいて算出するため、所定の誤差パラメータA、Oを用いて、

$$F_n = A \cdot D_n + O$$

の演算を行う第1演算手段（108）と；

(d) m個の領域の各実測座標値（F<sub>n</sub>）と、該

(x、y)とほぼ平行になるように保持し、その直交座標系内で2次元移動させるステージ（3）と、該ステージの座標位置を計測する位置計測手段（9、10）と、直交座標系内の所定位置に露光中心点を有し、該露光中心点と感応基板上のショット領域の中心点とが一致したとき、該ショット領域に重なり合うパターン領域（P<sub>r</sub>）を露光する露光手段（R、1）と、直交座標系内の露光中心点と一義的な位置に検出中心点を有し、感応基板上のマークを検出するマーク検出手段（30～38、41～48）と、該マーク検出手段によって感応基板上の任意のマークが検出されるようにステージを移動させるとともに、感応基板上の任意のショット領域の中心点が露光中心点に一致するようにステージを移動させるための制御手段（5、6、50）とを備えた位置合せ装置に関するものである。そして本願の第4発明ではさらに、

(a) 複数のショット領域の各中心点を露光中心点と一致させるようなステージの設計上の座標値（D<sub>n</sub>）を記憶する記憶手段；

m個の領域の夫々に対応した各設計座標値（D<sub>n</sub>）に基づいて、各実測座標値（F<sub>n</sub>）と移動座標値（F<sub>n</sub>）との偏差をm個以下の実測した領域の夫々で最も小さくするような誤差パラメータA、Oの値を算出する第2演算手段（107）とを設けるようにし、制御手段（5、6、50）は、算出された誤差パラメータA、Oの値を用いて第1演算手段（108）で決定される移動座標値（F<sub>n</sub>）にステージ（3）を順次移動させるようにした。

また本願の第4発明は、感光基板上の各ショット領域にレチクル等のパターン領域を重ね合わせて露光するときの位置合わせ装置に関するものである。

すなわち、所定の配列座標（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）に従って2次元に配列される複数のショット領域（C<sub>n</sub>）と、該複数のショット領域の夫々に付随して、各ショット領域の中心点と一定の位置関係で配置されるマーク（S<sub>Xn</sub>、S<sub>Yn</sub>）とが形成された感応基板（WA）を、配列座標が所定の直交座標系

(b) マーク検出手段と位置計測手段とを用いて、感応基板上のm（ただし m < n）個のショット領域の夫々に付随したマークが検出中心点と一致するような前記ステージの座標値を検出することによって、m個のショット領域の各中心点を露光中心点と一致させるための前記ステージの実測座標値（F<sub>n</sub>）を特定するショット座標実測手段（50、103、104）と；

(c) 複数のショット領域の夫々を露光手段のパターン領域で順次露光するときのステージの移動座標値（F<sub>n</sub>）を、設計座標値（D<sub>n</sub>）から所定の係数（A、O）を伴って一義的に表される関係式に基づいて算出する第1演算手段（108）と；

(d) m個のショット領域の各実測座標値（F<sub>n</sub>）と、該m個のショット領域の夫々に対応した移動座標値（F<sub>n</sub>）との各偏差がいずれも最小となるように、実測座標値（F<sub>n</sub>）とそれに対応した前記設計座標値（D<sub>n</sub>）に基づいて第1演算手段の係数の値を算出する第2演算手段（107）と

平成 4. 2. 18 発行

な誤差が演算によって平均化されることになり、係数 (A, O) はそのようなランダムな成分の影響を受けにくいといった利点もある。」

を設けるようにした。」

(9) 同上、第41頁の10行目の「以上本発明」から第42頁の3行目の「上する。」まで記載を以下の通りに訂正する。

「以上本発明によれば、ウェハ等の基板上に形成された複数のチップパターン（ショット領域）の全てに対して位置合せ誤差が平均的に小さくなり、1枚の基板から得られる良品チップの数が多くなるといった効果が得られる。また基板上の複数の領域の夫々を、加工中心点、検査中心点、あるいは露光中心点に対して順次位置合せする際は実測したいくつかの領域の座標位置からの推定値に基づいてステージを移動させるだけなので、基板上の各領域毎に座標位置を実測しては位置合せを行なうという方法よりもスループットが高くなるといった特徴がある。さらに実測したいくつかの領域の座標位置を演算して、一義的な関係式 ( $F_n = A \cdot D_n + O$ ) の係数 (A, O) を決定しているが、実測のときに順次ステージで移動させるとときに発生する機械的、又は電気的なランダム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 被処理基板に設計上の配列座標に沿って規則的に整列した複数のチップパターンの夫々を、所定の基準位置に対してステップアンドリピート方式で順次位置合せする方法において、該ステップアンドリピート方式の位置合せに先立って、前記チップパターンの設計上の配列座標値に基づいて前記被処理基板を移動させ、前記複数のチップパターンのいくつかを前記基準位置に合せたときの各位置を実測する実測工程と；前記設計上の配列座標値と前記ステップアンドリピート方式で位置合せすべき実際の配列座標とが所定の誤差パラメータを含んで一義的な関係になるものとしたとき、前記複数の実測値と前記実際の配列座標値との平均的な偏差が最小になるように前記誤差パラメータを決定する第1演算工程と；該決定された誤差パラメータと前記設計上の配列座標値とに基づいて前記実際の配列座標値を算出する第2演算工程と；ステップアンドリピート方式の位置合せ

のときに、該第2演算工程で算出された実際の配列座標値に応じて前記被処理基板を位置決めする工程とを含むことを特徴とする位置合せ方法。

(2) 前記被処理基板を複数のブロック領域に分けたとき、着目する1つのブロック領域内に存在するいくつかのチップパターンに対して前記実測工程、第1演算工程、及び第2演算工程を行い、ステップアンドリピート方式で前記着目するブロック領域内の各チップパターンを位置合せするときは、該着目する領域内に関して前記第2演算工程で算出された実際の配列座標値に応じて前記位置決め工程を行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の方法。

(3) 複数の被加工領域 ( $C_n$ ) が2次元に規則的に形成された基板 (WA) を、前記被加工領域の配列座標 ( $\alpha, \beta$ ) が予め定められた直交座標系 ( $x, y$ ) に対してほぼ平行になるように保持し、前記直交座標系内で2次元移動させるステージ (3) と、該ステージの座標位置を計測する位置計測手段 (9, 10) と、前記直交座標系内の

平成 4. 2. 18 発行

所定位置に加工中心点 (A X) を有し、前記ステージ上の基板の被加工領域を加工する加工手段 (R, 1) と、前記複数の被加工領域の夫々の内部に設定された特定点の 1 つが前記加工中心点に対して所定の位置関係に導かれるように前記ステージの移動を制御する制御手段 (5, 6, 50) を備えた位置合せ装置において、

(a) 前記複数の被加工領域 (C n) の設計上の配列座標 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) に基づいて、前記複数の被加工領域 (C n) の各特定点を前記加工中心点 (A X) へ導くような前記ステージ (3) の設計上の座標値 (D n) を記憶する記憶手段と；

(b) 前記複数の被加工領域 (C n) のうち互いに異なる  $m$  (ただし、 $m < n$ ) 個の被加工領域の各特定点の座標位置を前記位置計測手段 (9, 10) の計測値に基づいて実測することによって、前記  $m$  個の被加工領域の各特定点を前記加工中心点 (A X) と一致させるための前記ステージ (3) の座標値 ( $\bar{F}_n$ ) を特定する実測手段 (30 ~ 38, 41 ~ 48, 50, 103, 104) と；

の各特定点の座標値 ( $\bar{F}_n$ ) を実測することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の装置。

(5) 前記第 2 演算手段は、前記実測された  $m$  個の被加工領域の各特定点の実測座標値 ( $\bar{F}_n$ ) がほぼ正常に得られたか否かを判定する手段と、正常に得られなかった実測座標値を前記誤差パラメータ A、O の値の演算から除外する手段とを含むことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項又は第 2 項に記載の装置。

(6) 前記実測手段は、前記実測座標値 ( $\bar{F}_n$ ) が正常に得られないと判定されたとき、該正常でない実測座標値を検出した被加工領域の近傍に位置する別の被加工領域について前記実測座標値を検出することを特徴とする特許請求の範囲第 3 項に記載の装置。

(7) 前記加工手段は、前記基板上の 1 つの被加工領域に重ね合わせすべきパターン領域 (P r) を備えたレチクル (R) を含み、前記ステージと共同して該レチクル (R) のパターン領域を前記基板の複数の被加工領域の夫々にステップアンド

(c) 前記複数の被加工領域 (C n) の各特定点を前記加工中心点 (A X) に一致させるための前記ステージ (3) の移動座標値 (F n) を、前記設計座標値 (D n) に基づいて算出するために、所定の誤差パラメータ A、O を用いて、

$$F_n = A \cdot D_n + O$$

の演算を行う第 1 演算手段 (108) と；

(d) 前記  $m$  個の被加工領域の各実測座標値 ( $\bar{F}_n$ ) と、該  $m$  個の被加工領域の夫々に対応した各設計座標値 (D n) とに基づいて、前記各実測座標値 ( $\bar{F}_n$ ) と前記移動座標値 (F n) との偏差を前記  $m$  個以下の実測した被加工領域の夫々で最も小さくするような前記誤差パラメータ A、O の値を算出する第 2 演算手段 (107) とを備え、

前記制御手段は、算出した誤差パラメータ A、O の値を用いて前記第 1 演算手段 (108) で決定される移動座標値 (F n) にステージ (3) を順次移動させることを特徴とする位置合せ装置。

(4) 前記実測手段は、前記複数の被加工領域 (C n) のうち、 $n$  個未満で 3 個以上の被加工領域

リピート方式で露光することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項から第 4 項のいずれか 1 項に記載の装置。

(8) 前記第 1 演算手段は、前記移動座標値 (F n) と設計座標値 (D n) とを、それぞれ前記直交座標系 (x, y) の各座標軸方向の値に分けて  $F_n = (F_{xn}, F_{yn})$ 、 $D_n = (D_{xn}, D_{yn})$  とし、前記誤差パラメータ A、O をベクトルとしたとき、

$$\begin{bmatrix} F_{xn} \\ F_{yn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{xn} \\ D_{yn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} O_x \\ O_y \end{bmatrix}$$

の演算を行うとともに、

前記第 2 演算手段は、前記誤差パラメータのうち少なくとも 4 つの要素  $a_{11}$ 、 $a_{12}$ 、 $a_{21}$ 、 $a_{22}$  を最小二乗法によって算出することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項、又は第 5 項に記載の装置。

(9) 複数の領域 (C n) が 2 次元に規則的に形成された基板 (W A) を、前記領域の配列座標 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) が予め定められた直交座標系 (x, y) に対してほぼ平行になるように保持し、前記直交

平成 4. 2. 18 発行

座標系内で 2 次元移動させるステージ (3) と、該ステージの座標位置を計測する位置計測手段 (9、10) と、前記直交座標系内の所定位置に検査中心点 (AX) を有し、前記ステージ上の基板の領域を検査する検査手段 (R、1) と、前記複数の領域の夫々の内部に設定された特定点の 1 つが前記検査中心点に対して所定の位置関係に導かれるように前記ステージの移動を制御する制御手段 (5、6、50) とを備えた位置合せ装置において、

(a) 前記複数の領域 (Cn) の設計上の配列座標 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) に基づいて、前記複数の領域 (Cn) の各特定点を前記検査中心点 (AX) へ導くような前記ステージ (3) の設計上の座標値 (Dn) を記憶する記憶手段；

(b) 前記複数の領域 (Cn) のうち互いに異なるm (ただし、 $m < n$ ) 個の領域の各特定点の座標位置を前記位置計測手段 (9、10) の計測値に基づいて実測することによって、前記m個の領域の各特定点を前記検査中心点 (AX) と一致さ

順次移動させることを特徴とする位置合せ装置。

00 所定の配列座標 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) に従って 2 次元に配列される複数のショット領域 (Cn) と、該複数のショット領域の夫々に付随して、各ショット領域の中心点と一定の位置関係で配置されるマーク (SXn、SYn) とが形成された感応基板 (WA) を、前記配列座標が所定の直交座標系 (x、y) とほぼ平行になるように保持し、前記直交座標系内で 2 次元移動させるステージ (3) と、該ステージの座標位置を計測する位置計測手段 (9、10) と、前記直交座標系内の所定位置に露光中心点を有し、該露光中心点と前記感応基板上のショット領域の中心点とが一致したとき、該ショット領域に重なり合うバターン領域 (Pr) を露光する露光手段 (R、1) と、前記直交座標系内の前記露光中心点と一致的な位置に検出中心点を有し、前記感応基板上のマークを検出するマーク検出手段 (30～38、41、48) と、該マーク検出手段によって前記感応基板上の任意のマークが検出されるように前記ステージを移動させると

せるための前記ステージ (3) の座標値 ( $F_n$ ) を特定する実測手段 (30～38、41～48、50、103、104) と；

(c) 前記複数の領域 (Cn) の各特定点を前記検査中心点 (AX) に一致させるための前記ステージ (3) の移動座標値 ( $F_n$ ) を、前記設計座標値 (Dn) に基づいて算出するため、所定の誤差パラメータ A、O を用いて、

$$F_n = A \cdot D_n + O$$

の演算を行う第 1 演算手段 (108) と；

(d) 前記m個の領域の各実測座標値 ( $F_n$ ) と、該m個の領域の夫々に対応した各設計座標値 (Dn) に基づいて、前記各実測座標値 ( $F_n$ ) と前記移動座標値 ( $F_n$ ) との偏差を前記m個以下の実測した領域の夫々で最も小さくするような前記誤差パラメータ A、O の値を算出する第 2 演算手段 (107) とを備え、

前記制御手段は、算出された誤差パラメータ A、O の値を用いて前記第 1 演算手段 (108) で決定される移動座標値 ( $F_n$ ) にステージ (3) を

ともに、前記感応基板上の任意のショット領域の中心点が前記露光中心点に一致するように前記ステージを移動させるための制御手段 (5、6、50) とを備えた位置合せ装置において、

(a) 前記複数のショット領域の各中心点を前記露光中心点と一致させるような前記ステージの設計上の座標値 (Dn) を記憶する記憶手段と；

(b) 前記マーク検出手段と前記位置計測手段とを用いて、前記感応基板上のm (ただし  $m < n$ ) 個のショット領域の夫々に付随した前記マークが前記検出中心点と一致するような前記ステージの座標値を検出することによって、前記m個のショット領域の各中心点を前記露光中心点と一致させるための前記ステージの実測座標値 ( $F_n$ ) を特定するショット座標実測手段 (50、103、104) と；

(c) 前記複数のショット領域の夫々を前記露光手段のバターン領域で順次露光するときの前記ステージの移動座標値 ( $F_n$ ) を、前記設計座標値 (Dn) から所定の係数 (A、O) を伴って一義

平成 4. 2. 18 発行

的に表される関係式に基づいて算出する第1演算  
手段(108)と;

(d) 前記m個のショット領域の各実測座標値(  
 $\bar{F}_n$ )と、該m個のショット領域の夫々に対応し  
た前記移動座標値( $F_n$ )との各偏差がいずれも  
最小となるように、前記実測座標値( $\bar{F}_n$ )とそ  
れに対応した前記設計座標値( $D_n$ )とに基づい  
て前記第1演算手段の係数の値を算出する第2演  
算手段(107)とを備えたことを特徴とする位  
置合せ装置。